

INGENIERÍA INFORMÁTICA

Asignatura: **SISTEMAS DIGITALES AVANZADOS** (6 créditos, 5º curso)

Profesores: Paulino Ruiz de Clavijo y Manuel Valencia

Curso académico 01/02

1. CONTENIDOS Y OBJETIVOS:

En esta asignatura se tratarán aspectos avanzados de los sistemas digitales, como son la caracterización temporal, el análisis y verificación de gran exactitud a nivel lógico-temporal, la sincronización y arbitración para alta velocidad, el diseño sin reloj o la realización *hardware* avanzada (VLSI) de circuitos aritméticos, y las acciones de diseño de sistemas para baja potencia.

Los principales objetivos que se persiguen son:

- Capacitar a los alumnos para aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas concretos, para comunicarse adecuadamente en el mundo profesional y para lograr buenas bases para la autoformación.
- Ganar experiencia en el dominio temporal de los circuitos digitales, conocer su problemática actual y saber cuantificar los límites de operación adecuados.
- Utilizar las herramientas y técnicas de análisis y de verificación temporal en circuitos VLSI.
- Caracterizar circuitos reales de acuerdo con los modelos desarrollados (de retraso, de metaestabilidad, de MTBF, ...)
- Diseñar sincronizadores y arbitradores operando bajo especificaciones de operación concretas.
- Implementar circuitos aritméticos en punto fijo y en punto flotante bajo diferentes compromisos entre velocidad y coste.
- Diseñar circuitos asíncronos autotemporizados y en modo fundamental.
- Operar con entornos de diseño comerciales (Xilinx) y diseñar circuitos usando dichos entornos.
- Aplicar herramientas de análisis/simulación en la caracterización de circuitos.

2. ACTIVIDADES:

La materia se cubrirá en clases **teóricas** y en clases **prácticas**. En éstas, que se pretenden desarrollar principalmente en laboratorio de CAD, se abordarán problemas de simulación y de

diseño CMOS VLSI. Habrá tres tipos de prácticas: 1/ obligatorias con monitor, que están destinadas a enseñar/aprender; 2/ tuteladas en modo proyecto, destinadas a evaluar por curso; y 3 las de examen (sin monitorización ni tutela de profesor), destinadas a examinar por *finales*.

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

La calificación de un alumno (Nota) vendrá dada por la media entre la que obtenga en los exámenes teóricos (N_T) y la que obtenga en la evaluación de laboratorio (N_L), $\text{Nota} = (N_T + N_L)/2$, siempre que obtenga más de un 3 en cada una de ellas. Para la 1ª convocatoria el sistema de evaluación contempla dos casos, que son mutuamente excluyentes: *por curso* (que será el procedimiento normal) o *por prueba final*. La calificación *por curso* sólo será posible durante el cuatrimestre en que se imparta la asignatura (1ª convocatoria). Las 2ª y 3ª convocatorias sólo tienen *pruebas finales*. En todo caso, será flexible para adaptarse a situaciones ahora no previstas.

La evaluación *por curso* genera las **dos notas**, una teórica (N_T) y otra de laboratorio (N_L), de igual peso en la calificación final:

- La nota N_T se obtendrá como la media entre las obtenidas en dos exámenes de teoría, $N_T = (N_1 + N_2) / 2$, exámenes que en general poseerán preguntas de teoría y problemas cortos y que se harán distribuidos en el cuatrimestre:

N_1 : Fecha probable: entre Semana Santa y Feria; materia: la impartida.

N_2 : El día que esta asignatura tenga asignado el examen final y coincidiendo con él (materia: la restante).

Si $N_T > 3$, se promediará con la nota de laboratorio para obtener la calificación final de la asignatura; si $N_T \leq 3$, será necesario aprobar en el examen final en las siguientes convocatorias.

- La nota de laboratorio N_L se obtendrá del trabajo final por curso. Esta práctica-examen es asignada por el profesor a cada alumno y los alumnos la realizarán de forma tutelada (pero no monitorizada) por el profesor durante las horas de laboratorio. Se realizará durante las dos últimas sesiones de prácticas: 1 y 8 de junio de 2001.

Tras su realización y en todo caso antes de que transcurra una semana, cada alumno deberá entregar una memoria de su práctica.

La nota de esta prueba procederá de la evaluación durante el desarrollo de la práctica y de la memoria entregada, atendiendo en este caso a los logros de carácter técnico y de consecución de objetivos, así como a lo adecuado de la presentación y del nivel de comunicación. Excepcionalmente se requerirá la defensa oral del trabajo.

Si $N_L > 3$, se promediará con la nota de teoría N_T ; si $N_L \leq 3$, será necesario aprobar en el examen final en las siguientes convocatorias.

La evaluación *por finales* tendrá dos pruebas, una para cada **nota** (N_T y N_L).

- El *examen final* consistirá en un único examen de toda la materia, con teoría y problemas, que se realizará en el día que esta asignatura tenga asignado.
- El *trabajo final de prácticas* será similar a las pruebas de laboratorio durante el curso, pero durante su ejecución no habrá ni monitorización ni tutela del profesorado.

Las calificaciones que estén aprobadas ($N_T \geq 5$ o $N_L \geq 5$) se reservarán hasta la 3ª convocatoria (la de Diciembre).

4. PROGRAMA:

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERIZACIÓN TEMPORAL

Caracterización de señales, de circuitos digitales con/sin memoria y de conexiones. Generación de las señales de reloj. Desajustes de reloj. Distribución de reloj. Temporización de circuitos secuenciales síncronos.

3. VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS TEMPORAL DE ALTA PRECISIÓN EN CMOS VLSI

La simulación temporal. El nivel de puertas: modelado de retraso, técnicas de simulación. El nivel de conmutación: modelos, particionado de circuitos. Ejemplos.

4. SINCRONIZACIÓN

Aspectos básicos. Metaestabilidad. Estructuras de sincronizadores y la estimación de la probabilidad de fallo. Diseño de arbitradores. Alineación de señales de reloj en sistemas.

5. DISEÑO DE CIRCUITOS SIN RELOJ

Terminología y clasificaciones. Diseño en modo fundamental. Diseños autotemporizados: Protocolos, arquitecturas, implementaciones CMOS, metodología y herramientas de diseño, aplicaciones.

6. CIRCUITOS ARITMÉTICOS

Sumadores en punto fijo. Multiplicadores y divisores en punto fijo. Circuitos para aritmética en punto flotante.

7. BAJA POTENCIA

Conceptos generales. Estimación de potencia por simulación. Diseño para baja potencia: actuaciones en los diferentes niveles.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (según recursos)

1. Herramienta de simulación *Spice*.
2. Caracterización de puertas.
3. Caracterización de biestables.
4. Introducción a la herramienta de diseño, *Xilinx* y a la placa de desarrollo XS40.
5. Diseño digital con *Xilinx*.
6. Entrada-salida con XS40.
- 7, 8. Práctica en modo proyecto: caracterización de celdas \oplus procesamiento masivo de datos

BIBLIOGRAFÍA

- [ACOS97]: A.J. Acosta et al.: *Temporización en Circuitos Integrados Digitales CMOS*. Proyecto CICYT TXT96-2284, 1997.
- [DALL98]: W.J. Dally, and J.W. Poulton: *Digital Systems Engineering*. Cambridge University Press, 1998.
- [OMON94]: A.R. Omondi: *Computer Arithmetic Systems. Algorithms, Architecture and Implementation*. Prentice Hall, 1994.
- [WEST93]: N.H.E. Weste, and K. Eshraghian: *Principles of CMOS VLSI Design: A Systems Perspective*. Addison Wesley Pu. Co., 1993.
- [YEAP98]: G. Yeap: *Practical Low-Power Digital VLSI Design*. Kluwer, 1998.

Profesores: Prácticas SDA

Grupo A: SPICE

1. Introducción a SPICE
2. Caracterización de celdas
 - Construcción de puertas
 - Modelo de retraso

Grupo B: Xilinx

1. Introducción a Xilinx y a XS40
 - Contrucción de un contador
 - Programación en XS40
 - Salida de datos con XS40
2. Xilinx
 - Tratamiento de buses con
 - Simulación temporal
3. Entrada Salida con XS40
 - Uso del display LCD
 - Entrada salida por el puerto paralelo
 - Acceso a memoria
 - Puerto serie
4. Trabajo final: Trabajo personal sobre,
 - Caracterización de celdaas
 - Procesado en masa de datos